4Б

УДК 656.612

А.П. Бень, И.В. Паламарчук, Л.А. Пивоваров
Херсонская государственная морская академия, Украина
Украина, 73000, г. Херсон, пр. Ушакова, 20

Системы поддержки принятия решений судоводителя для планирования трансокеанских переходов

A.P. Ben, I.V. Palamartshuk, L.A. Pivovarov
[1]Kherson State Maritime Academy, Ukraine
Ukraine, 73000, c. Kherson, Ushakova av.20

Decision Support System for Planning the Navigator's of Transoceanic Passage

А.П. Бень, І.В. Паламарчук, Л.А. Півоваров
Херсонська державна морська академія, Україна
Україна, 73000, м. Херсон, пр. Ушакова, 20

Системи підтримки прийняття рішень судноводія для планування трансокеанських переходів

В статье рассматриваются вопросы создания систем поддержки принятия решений судоводителя, предназначенных для решения задач планирования и выполнения трансокеанских переходов. Проанализированы функциональные особенности таких систем и перспективные направления их дальнейшего развития. Предложена структурная и функциональная схемы системы поддержки принятия решений для планирования трансокеанских переходов.
Ключевые слова: система поддержки принятия решений, трансокеанский переход, судовождение.

The article discusses the creation of decision support systems navigator designed to solve the problems of planning and execution of transoceanic passage. Analyzed the functional characteristics of such systems and promising directions for their further development. The structural and functional scheme of a decision support system for the planning of transoceanic passages.
Key words: decision support system, transoceanic passage, navigation.

У статті розглядаються питання створення систем підтримки прийняття рішень судноводія, призначених для вирішення завдань планування та виконання трансокеанських переходів. Проаналізовано функціональні особливості таких систем і перспективні напрями їх подальшого розвитку. Запропоновані структурна і функціональна схеми системи підтримки прийняття рішень для планування трансокеанських переходів.
Ключові слова: система підтримки прийняття рішень, трансокеанський перехід, судноводіння.

Введение

Рост интенсивности морских перевозок обуславливает актуальность снижения эксплуатационных затрат судов в процессе выполнения морских переходов. Снижение таких затрат может быть достигнуто путем рационального планирования рейса и управления судовыми системами в ходе его выполнения, в частности судовой энергетической установкой (СЕУ).

Повышение уровня автоматизации современных судов и широкое внедрение современных средств судовождения обуславливает возможность успешного решения задач рационального планирования и выполнения трансокеанских переходов путем создания систем поддержки принятия решений (СППР) судоводителя.

Крупнейшие мировые компании, связанные с перевозкой грузов морем, изучают проблемы оптимизации выполнения морских перевозок как на этапе планирования, так и в условиях морского перехода.

Если ранее основную задачу морских перевозок можно было сформулировать, как безопасную доставку груза в кратчайшие сроки, то в настоящее время, в условиях экономического кризиса, «кратчайшие сроки» было бы более уместно заменить на «согласно предусмотренных сроков». В условиях чартера наниматель судна пытается указать и учесть как можно больше факторов, способных защитить его от экономических потерь в будущем. При проработке рейса указываются не только возможные районы плавания и технические характеристики судна, но и требования нанимателя судна к условиям его эксплуатации, в частности к следованию с заданной скоростью и в условиях минимизации затрат топлива.

Следует отметить, что на малых дистанциях фидерных морских перевозок сложно добиться существенного экономического эффекта за счёт планирования рейса, что обусловлено малой дистанцией морского перехода, прибрежными районами плавания и слабым влиянием гидрометеорологических факторов на общее время рейса. В случае же трансокеанских переходов роль указанных факторов существенно возрастает, что обуславливает актуальность использования для решения данной задачи специализированных СППР судоводителя.

Целью настоящей работы является определение базовых принципов построения и функционирования СППР судоводителя для планирования трансокеанских переходов, разработка структурной и функциональной моделей таких систем, а также определение перспективных направлений их дальнейшего развития и практического использования.

Анализ исследований и предшествующие публикации

Как следует из анализа проведенных ранее исследований [1-4], для трансокеанских путей наиболее выгодным морским переходом является не кратчайший путь, а путь, на всём протяжении которого учитываются возможные неблагоприятные гидрометеорологические условия (тайфуны, циклоны, ветер, течения, участки суши, пиратские районы и др.), способные задержать судно. С учётом многих факторов, влияющих на скорость судна в пути, можно при увеличении дальности морского перехода поддерживать постоянную скорость со стабильной и наиболее экономичной нагрузкой на СЭУ, что в конечном результате позволит сэкономить временные затраты и приведёт к экономии денежных средств.

Многие судовладельческие компании в настоящее время оснащают свои суда лишь минимумом необходимого оборудования, в том числе и метеорологического. Прогнозы погоды на таких судах ограничиваются прогнозами через INMARSAT-C, NAVTEX, факсимильными картами погоды и натурными наблюдениями.

В настоящее время прокладка трансокеанского перехода, учет отклонений от первоначального курса в зависимости от встречающихся на пути опасностей (циклоны, тайфуны, участки суши, пиратские районы, ледовая обстановка и др.), управление авторулевым и режимами работы СЕУ производится капитаном судна и его помощни-

ками в ручном режиме, либо с немногочисленной автоматизированной поддержкой (расчёт ДБК, перекладки пера руля) на разрозненных навигационных модулях. В сложившихся условиях становится актуальным использование специализированных СППР судоводителя.

Созданию интеллектуальных систем планирования маршрута морских судов посвящён ряд работ зарубежных авторов. Так, авторами в работе [1] была предложена прокладка трансокеанского перехода не по классическому расчёту Дуги Большого Круга (ДБК), а с использованием изохронного способа. Предложенный подход имеет отличия от классического изохронного способа и является адаптированным. Главной особенностью является то, что в алгоритме адаптированного изохронного способа введено условие непересечения маршрута с береговыми участками и использование растровых карт. Адаптированный изохронный способ показывает результаты, близкие к расчётам перехода ДБК, но позволяет не менять постоянно курс в зависимости от погодных условий или встретившейся на пути суше, а заблаговременно адаптировать морской переход с учётом предполагаемого воздействия внешних факторов. Среди недостатков данного метода можно отметить сложность расчётов и большие временные затраты при расчётах пути таким способом.

В работе [2] предложена многокритериальная оптимизация проработки морского перехода с учётом погодных факторов. Характеристики выбранного перехода оптимизируются по Парето и определяются с помощью многокритериального эволюционного алгоритма.

Альтернативой предыдущим методам может служить работа [3], предлагающая оригинальный способ для расчёта оптимального морского пути, уменьшающего расход топлива. Авторами, при создании СППР были учтены как силы сопротивления ветра, воды и волнения, так и основные характеристики работы главного двигателя и винта.

В работе [4] предложена интеллектуальная система, которая может применяться на морских судах как в ухудшающихся погодных условиях для принятия решения безопасного штормования, так и в условиях обычного перехода, для поддержания повышенной информативности штурманского состава, и используемая как часть судовой СППР в взаимосвязи с другими судовыми навигационными приборами. Предполагается наличие связи с береговыми станциями и поддержка принятия решений судоводителем как в условиях изменившейся навигационной ситуации, так и при планировании морского перехода с учётом погоды.

Основная часть

Исходя из проведенного сравнительного анализа существующих интеллектуальных систем планирования трансокеанских переходов и основываясь на опыте работы с BVS (BonVoyageSystem), можно определить набор базовых требований, предъявляемых к таким системам. При первоначальной установке программы на борту судна необходимым является использование следующих данных:

– размеры судна (длина, ширина, максимальная осадка в грузе и балласте);

– скоростные характеристики при нормальной погоде (до 4 – 5 баллов Бофорта);

– скоростные характеристики для каждого последующего балла встречного, попутного и бокового ветра, волнения и зыби;

– расход топлива при разных режимах главного двигателя;

– ориентировочная стоимость топлива.

В ежедневном режиме через судовую электронную почту судно должно обеспечиваться следующей информацией (в зависимости от предварительного заказа с борта судна):

– прогнозом погоды (вплоть до 10 суток) для конкретного района мирового океана;

– прогноз погоды может содержать следующие сведения (по выбору в предварительном заказе): сила и направление ветра, высота и направление ветрового волнения, высота и направление зыби, барические поля и прогноз их движения, направление и скорость течения, температура воздуха и воды, наличие ледового покрова и его толщина), приливно-отливные величины;

– наличие ураганных зон с подробным прогнозом предполагаемого направления движения (вне зависимости от заказанного района прогноза погоды);

– количественная поставка информации варьируется от одного до 6 раз в сутки в указанное с борта судна время (например, в 0400 1000 1600 2000 UTC).

СППР должна позволять судовому оператору самостоятельно строить предполагаемый маршрут перехода. Для заданного маршрута СППР с требуемым интервалом предлагает графический (на карте маршрута) или табличный подробный анализ погодных явлений. Основываясь на имеющихся манёвренных характеристиках судна, прогнозируется ожидаемая скорость судна в зависимости от погодных условий;

Должно быть также предусмотрено построение маршрута движения в зависимости от требований судоводителя – какие предельные зоны по силе ветра, высоте ветровых волн и зыби следует избегать на маршруте (например, по району плавания избегать ветра со скоростью более 50 узлов, высоты ветровой волны 9 метров и высоты зыби 9 метров).

Если компьютер BVS связан с электронной картографической системой (ECDIS), то разработанный маршрут следования может быть транслирован на экран ECDIS. По усмотрению капитана можно принять либо маршрут, разработанный ранее или предложенный программой BVS.

В особо сложных погодных условиях, компания-судовладелец может заказать проводку судна. В этом случае может возрасти частота получаемых сообщений с более детальным анализом и прогнозом погоды для конкретного малого района нахождения судна, который рассчитан береговыми вычислительными мощностями. Береговые сводки имеют рекомендательный характер, окончательное решение остаётся за капитаном судна.

Маршруты, находящиеся в ECDIS, могут быть использованы для решения задачи «Управление на маршруте». В этом случае авторулевой подключается к ECDIS и в указанных параметрах маршрута (ширина фарватера, элементы поворотов) управляет судном.

Основываясь на сравнительном анализе существующих систем и методов планирования трансокеанских переходов, можно сделать вывод, что СППР судоводителя должна соответствовать следующим требованиям:

– независимая СППР на отдельном бортовом компьютере;

– возможность использования в системе электронных навигационных карт, способных обновляться;

– возможность вносить в систему изменяющиеся данные, относительно характеристик судна и внешних погодных явлений, навигационной обстановки;

– формирование СППР нескольких возможных вариантов следования трансокеанским переходом и возможность внесения изменений в параметры движения в процессе следования по маршруту;

– наличие возможностей управления авторулевым и режимами работы СЕУ.

Структурная схема такой СППР представлена на рис. 1.

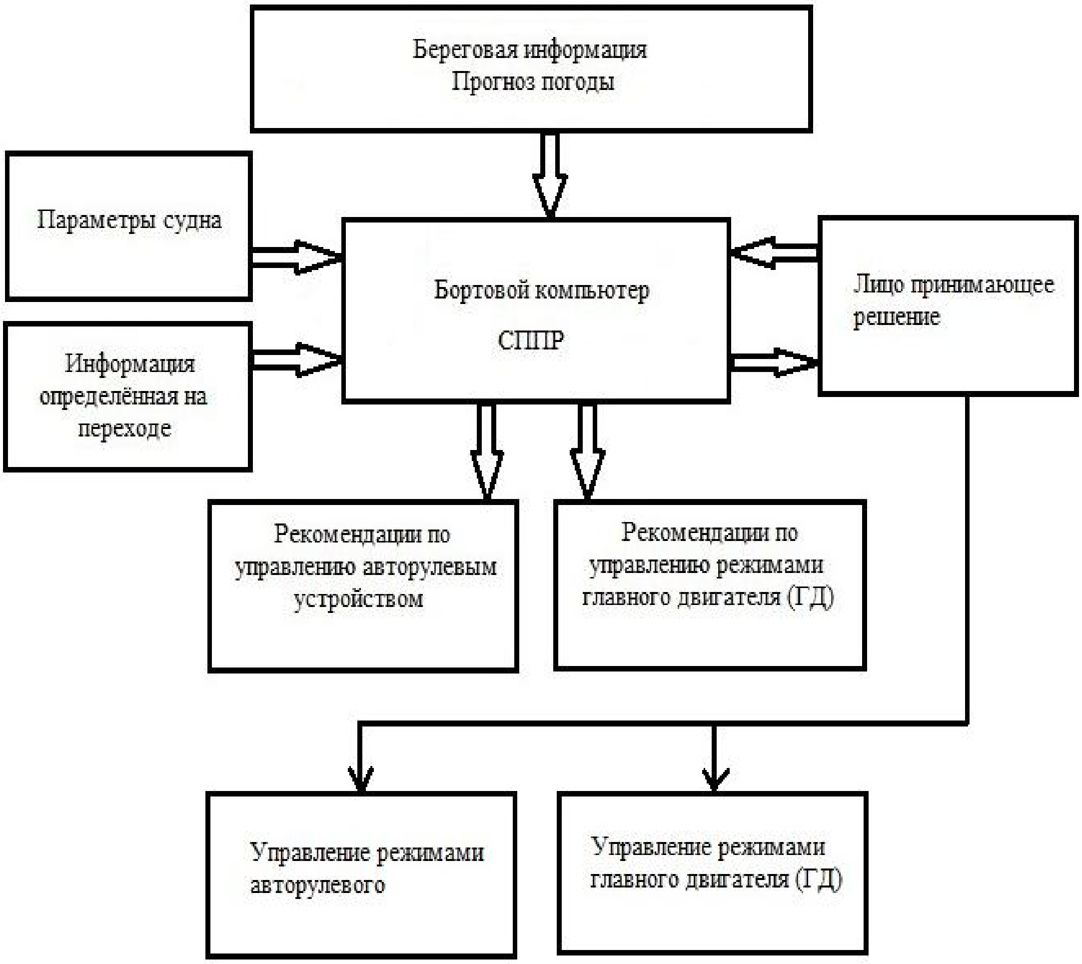


Рисунок 1 – Структурная схема СППР планирования трансокеанских переходов

В приведённой ниже табл. 1 указаны исходные данные и управляемые параметры, используемые в процессе функционирования СППР.

Использование представленного набора исходных данных и управляющих параметров позволит обеспечить наиболее полную реализацию функциональных возможностей СППР судоводителя при планировании трансокеанского перехода.

Выводы и перспективы дальнейших исследований в данном направлении

Приоритетной задачей повышения безопасности судовождения в настоящее время является исключение возможности принятия капитаном и штурманским составом субъективных решений при прокладке трансокеанского перехода и при управлении режимами СЕУ и рулевой машиной. Выбор рациональных параметров движения судна при выполнении трансокеанских переходов существенно упрощается в случае использования специализированных СППР судоводителя.

Таблица 1 – Исходные данные и управляющие параметры в СППР судоводителя для планирования трансокеанских переходов

Исходные данные судна	Внешние факторы	Управляемые параметры
– Длина судна – Ширина судна – Осадка носом, кормой – Высота надводного борта – Топливо на борту и суточный расход в различных условиях – Стоимость топлива за тонну – Скорость судна при различных режимах СЕУ и погодных условиях – Количество груза на борту – Количество балласта на борту – Остойчивость судна и период качки – Необходимая грузовая марка на следующий порт захода – Ледовый класс судна и соответствующие ему скорости при разной толщине льда – Сопротивление воды и ветра – Сила действия винта – Сопротивление пера руля	– Участки суши на пути следования – Направление и сила ветра – Направление и высота волны – Направление и высота зыби – Направление и сила течения – Участки мелей, банок, скал и других навигационных опасностей – Встречные циклоны, торнадо, тайфуны, области низкого давления, цунами, аномальные волны и др. – Пиратские районы на пути следования – Ледовые участки на пути следования – Каналы, узкости и системы разделения движения	– Варианты маршрутов трансокеанского перехода с возможностью изменения в процессе следования – Изменение курса и/или скорости – Изменение режима работы СЕУ – Изменение настроек авторулевого – Изменение осадок и посадки судна – Изменение остойчивости судна – Достижение необходимой грузовой марки – Предположительный расход топлива – Расчётная дальность пути следования

Реализация оптимального трансокеанского маршрута и режимов работы СЕУ во время его выполнения позволит улучшить технико-экономические показатели рейса и повысить уровень его безопасности.

Это приведет к сокращению затрат компании-судовладельца и фрахтователя судна за счет снижения расхода топлива на протяжении рейса и выдерживания требований чартера о сроках прихода судна в порт назначения.

Перспективным направлением дальнейших исследований является оптимизация режимов работы СЕУ в зависимости от изменения погодных условий во время рейса.

Литература

1. Szłapczyńska Joanna. Adopted Isochrones Method Improving Ship Safety In Weather Routing With Evolutionary / Szłapczyńska Joanna, Śmierzchalski Roman. – Gdynia, Poland : Maritime University. – 2008. – 68 p.

2. Szlapczynska J. Multicriteria Evolutionary Weather Routing Algorithm in Practice / J. Szlapczynska // TransNav the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. – Vol. 7, № 1. – March 2013. – P. 61-65.
3. Marie S. Multi-Objective Optimization of Motor Vessel Route / S. Marie, E. Courteille // TransNav the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. – Vol. 3, № 2. – June 2009. – P. 133-141.
4. Carl-UweBöttner. Weather routing for ships in degraded condition / Carl-UweBöttner // Journal on Technical University Berlin. – Germany. – 2004. – P. 213-219.

Literatura

1. Szłapczyńska Joanna. Adopted Isochrones Method Improving Ship Safety In Weather Routing With Evolutionary / Szłapczyńska Joanna, Śmierzchalski Roman. – Gdynia, Poland : Maritime University. – 2008. – 68 p.
2. Szlapczynska J. Multicriteria Evolutionary Weather Routing Algorithm in Practice / J. Szlapczynska // TransNav the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. – Vol. 7, № 1. – March 2013. – P. 61-65.
3. Marie S. Multi-Objective Optimization of Motor Vessel Route / S. Marie, E. Courteille // TransNav the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. – Vol. 3, № 2. – June 2009. – P. 133-141.
4. Carl-UweBöttner. Weather routing for ships in degraded condition / Carl-UweBöttner // Journal on Technical University Berlin. – Germany. – 2004. – P. 213-219.

RESUME

A.P. Ben, I.V. Palamartshuk, L.A. Pivovarov

Decision Support System for Planning the Navigator's of Transoceanic Passage

In this article the structural and functional model of a decision support system (DSS) for the planning of transoceanic passage of the ship. It is shown that the priority of improving safety of navigation at the present time is to eliminate the possibility of taking the captain and navigational composition of subjective decisions when laying transoceanic passage. Choice of rational parameters of the ship when the transoceanic passage is simplified in the case of specialized navigator's DSS.

It is proved that effective work navigator's DSS for planning transoceanic passage is possible only if there is in it control modules ship's course and modes of ship power plant. A recommended set of input data and control parameters navigator's DSS, as well as a set of basic functions of the system.

The developed models allow us to determine priority areas for the establishment and improvement of navigator's DSS and do further research on its individual components. The practical implementation of the system with the proposed model can solve the problem of increasing the efficiency of trans-oceanic passage, enhances their economic performance and safety.

Статья поступила в редакцию 09.07.2013.